

Prototype Sistem Telemetri Pemantauan Kualitas Air Pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler

Muhammad Hidayatullah*, Jauharul Fat, Titi Andriani

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sumbawa

*Email: mhhidayat07@gmail.com

(Diterima 31 Agustus 2018; Disetujui 20 November 2018; Dipublikasikan 30 November 2018)

Abstrak

Telah dibuat sebuah *prototype* pemantauan kualitas air yang bekerja berdasarkan prinsip telemetri. Tujuan dari pembuatan alat ini adalah untuk mendeteksi kualitas air pada kolam ikan air tawar dan memastikan bahwa air kolam tidak tercemar, tidak terlalu hangat, serta tidak mengandung zat-zat yang dapat mengakibatkan matinya ikan secara mendadak. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium elektronika Fakultas Teknik Universitas Teknologi Sumbawa. Pembacaan sistem berupa data yang dikirim ke Ubidots dan ditampilkan dalam grafik secara *real time*. Saat dilakukan kalibrasi sistem menggunakan air standar (aqua) diperoleh nilai pH sebesar 6.88, kemudian dilakukan pengujian untuk larutan uji (air keran, larutan kunyit dan pasta gigi). Hasil pembacaan sistem yaitu pH 7.0 untuk air, 8.7 untuk larutan kunyit dan 9.0 untuk larutan pasta gigi. Sehingga pembacaan untuk sensor kekeruhan yaitu jernih untuk air biasa, keruh untuk larutan kunyit dan keruh untuk larutan pasta gigi. Secara keseluruhan sistem yang dibangun mampu mengukur dan menyimpan data hasil pengukuran kualitas air kolam ikan air tawar sehingga dapat dilakukan penanganan yang tepat apabila terjadi perubahan kualitas air secara signifikan. Oleh karena itu, alat ini dapat diimplementasikan di kolam-kolam ikan air tawar.

Kata Kunci: telemetri, kualitas air, kekeruhan, Ubidots.

1. Latar Belakang

Kolam merupakan lahan yang dibuat untuk menampung air dalam jumlah tertentu sehingga dapat dipergunakan untuk pemeliharaan ikan dan atau hewan air lainnya. Kolam air tawar merupakan sebuah kolam buatan yang dapat diisi dengan air sungai atau pengisian menggunakan air yang bersifat tawar sehingga dapat digunakan sebagai media kehidupan biota air terutama dalam hal budidaya perikanan [1]. Kegiatan budi daya ikan harus memperhatikan beberapa parameter yang berpengaruh pada kualitas air yang digunakan untuk budidaya sehingga akan meningkatkan kualitas produksi ikan. Dalam hal budidaya ikan, banyak petani yang tidak memahami faktor penyebab ikan mati secara tiba-tiba seperti tingkat kekeruhan air, kenaikan suhu air yang tinggi serta adanya zat beracun dalam air kolam. Untuk itu, dibutuhkan suatu sistem pemantauan kualitas air terintegrasi yang dapat menjangkau parameter-parameter yang dibutuhkan tersebut secara bersamaan dalam satu waktu (*real time*) untuk menjaga kualitas produksi ikan [2].

Telemetri berasal dari bahasa Yunani *tele* yang berarti jauh dan *metron* yang berarti pengukuran,

telemetri dapat diartikan kegiatan pengukuran yang dilakukan dari jarak jauh. Sistem telemetri terdiri atas beberapa bagian yakni, objek ukur, sensor, mikrokontroler, pemancar, saluran transmisi, penerima dan tampilan/*display* [3,4,5]. Beberapa penelitian terkait tentang pemantauan kualitas air kolam ini diantaranya sistem monitoring kualitas air tambak udang Vaname menggunakan sensor kekeruhan (*turbidity*), sensor pH, sensor suhu dan sensor ultrasonik yang memungkinkan terjaganya kondisi air kolam untuk produksi udang [1]. Sistem yang dibangun untuk pemantauan kualitas air kolam masih terbatas pada informasi datanya yang terpisah-pisah antara keempat sensornya. Sedangkan penelitian sistem monitoring kualitas air berbasis *wireless sensor network* dapat dilakukan menggunakan komunikasi Zigbee [2]. Penelitian ini berfungsi untuk membantu mengontrol kualitas air kolam berbasis *wireless sensor network*. Piranti yang diperlukan adalah sensor keasaman (pH), sensor suhu dan Xbee PRO sebagai media komunikasi nirkabel berstandar Zigbee [9,10].

Kemudian, penelitian lainnya yang terkait adalah jaringan sensor kualitas air berbasis TCP-IP untuk peringatan dini bencana pencemaran dan

penyebaran racun yang mendadak dari dasar danau pada area kolam jaring apung [3]. Pada penelitian ini, telah dirancang beberapa bagian jaringan sensor kualitas air berbasis TCP-IP sebagai alat monitoring kualitas air secara *real-time* sekaligus sebagai alat pencegahan dini bagi datangnya bencana yang selama ini tidak terpantau seperti adanya *upwelling* (arus balik dari bawah air), penyebaran racun dari dasar danau, berasal dari endapan sisa pakan dan kotoran ikan, yang naik ke permukaan air, dan sebagainya. Lokasi yang dipilih untuk pilot proyek penelitian ini adalah area tambak jaring terapung waduk Ciratadi di Kab. Cianjur, Jawa Barat. Dan penelitian lainnya yaitu tentang (4) perancangan perangkat *monitoring* kualitas air pada kolam budidaya berbasis *web localhost*. Pada penelitian ini, dirancang sebuah perangkat sistem *monitoring* kualitas air pada kolam budidaya ikan berbasis WEB Localhost yang mampu mengukur dan memonitoring kualitas air yang meliputi salinitas, suhu dan kesadahan secara *real time*. Pada Perangkat monitoring kualitas air menggunakan sensor analog dengan metode konduktivitas (salinitas), suhu menggunakan LM35, dan menggunakan sensor analog dengan metode resistansi air (kesadahan). Nilai keluaran perangkat ini berupa nilai ADC yang dikonversikan. Perangkat lunak dalam perangkat monitoring kualitas air ini menggunakan XAMPP untuk mengakses database yang berfungsi sebagai interface antara *ethernet shield* dan PC. Ethernet yang sudah terangkai pada perangkat berguna sebagai pengirim data dari sensor ke komputer server dengan menggunakan kabel *local area network*, alat perbandingan untuk salinitas menggunakan refracto sedangkan alat pembanding untuk suhu menggunakan *thermometer* [11,12].

Sistem telemeteri memiliki beberapa kelebihan yaitu (1) pengukurannya bisa dilakukan dari jarak jauh, sehingga pada saat pengukuran atau pengambilan datanya tidak harus berada pada titik ataupun lokasi pengukuran itu. (2) Data pengukuran dapat dikirimkan setiap saat dari sistem ke tampilan berdasarkan waktu yang telah ditentukan (*real time*). (3) Media komunikasi yang digunakan untuk melakukan pengiriman data dari suatu titik objek ke stasiun pemantau dapat menggunakan jaringan WiFi [4,5]. Adapun parameter-parameter kualitas air yang menjadi acuan dalam penelitian kolam ikan air tawar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter kualitas air untuk budidaya ikan dan peralatan pengukuran yang dapat digunakan [2].

No.	Parameter	Nilai kisaran untuk Budidaya Ikan	Peralatan Pengukuran
Aspek Fisik			
1.	Suhu	20 – 30 °C	Termometer
2.	Kecerahan	> 10 cm	Secchi Disc
3.	Kekeruhan	25 – 400 JTU	Turbiditymeter
4.	Salinitas	Air tawar 0 – 5 ‰ Air payau 6 – 29 ‰ Air tawar 30 – 35 ‰	Salinometer/ Refraktometer
5.	Debit air	Air deras 50 l/dt Air tenang 0,5 – 5 l/dt	Current meter
Aspek Kimia			
1.	Oksigen terlarut	5 – 6 ppm	DO meter/Metode Winkler
2.	Karbon dioksida	Max 25 ppm	CO meter/Metode Titirasi
3.	pH	6,5 – 8	pH meter/Kertas Lakmus
4.	Alkalinitas	50 – 500 ppm CaCO ₃	
5.	Kesadahan	3 – 15 dH	dH meter
6.	Ammonia	< 1,5 ppm	Spektrofotometer
7.	H ₂ S	< 0,1 ppm	Spektrofotometer
8.	Nitrit	< 0,2 ppm	Spektrofotometer
9.	Nitrat	0 – 1,5 ppm	Spektrofotometer
10.	Phosphat	< 0,02 ppm	Spektrofotometer
Aspek Biologi			
1.	Kelimpahan Plankton	Sesuai kebutuhan	Planktonnet/
2.	Kelimpahan Benthos		Haemocytometer
3.	Kelimpahan Perifiton		Ekman Dredge

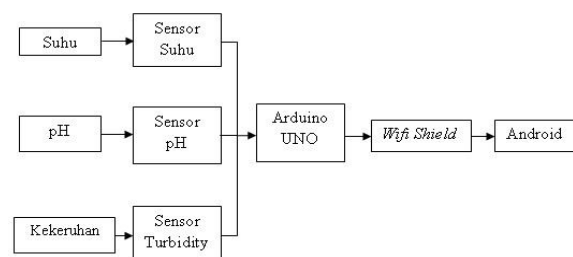
2. Metodologi

Rancang bangun sistem telemeteri pemantauan kualitas air pada kolam ikan air tawar ini menggunakan Arduino dan Wifi Shield dilakukan di Laboratorium Elektronika Teknik Elektro Universitas Teknologi Sumbawa. Perancangan sistem monitoring ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

A. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

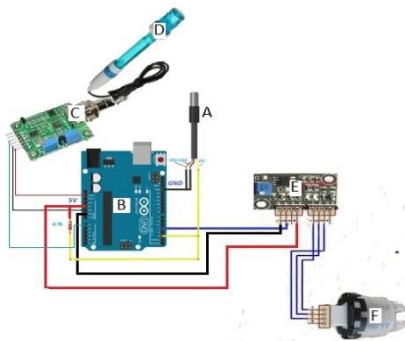
Pada penelitian ini, parameter air yang akan diukur meliputi suhu, pH dan kekeruhan. Adapun perancangan perangkat keras terdiri dari, (1) sensor suhu tipe DS18B20, (2) sensor elektroda pH tipe SKU, (3) SEN0161, (4) sensor *turbidity* tipe SKU: SEN0189

Pengiriman data hasil sensor ke Android menggunakan Wifi Shield. Diagram blok sistem akuisisi data diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Rancangan Umum Sistem [5].

Adapun rangkaian perangkat keras terdiri dari penggabungan antara sensor-sensor dan Arduino.



Gambar 2. Rangkaian perangkat keras.

Keterangan:

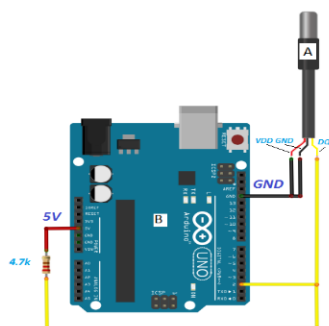
- A. Sensor suhu DS18B20
- B. Board Arduino
- C. Driver sensor pH
- D. Sensor pH
- E. Driver sensor kekeruhan
- F. Sensor kekeruhan

Rangkaian perangkat keras secara keseluruhan diperlihatkan pada Gambar 2.

Subsistem alat terdiri atas rangkaian-rangkaian sistem mikrokontroler, wifi dan sensor. Adapun subsistem dari alat sebagai berikut:

1. Koneksi Sensor Suhu ke Arduino

Sensor Suhu yang digunakan adalah DS18B20, dipasang dengan suplai daya langsung dari Arduino. Sensor ini digunakan untuk mengukur suhu air secara real time sehingga ketika suhu terlalu tinggi (≥ 30 °C) dapat dilakukan tindakan yang tepat seperti penggantian air dan penambahan volume debit air pada kolam sehingga mengurangi angka kematian ikan. Gambar koneksi sensor suhu ditunjukkan pada Gambar 3.



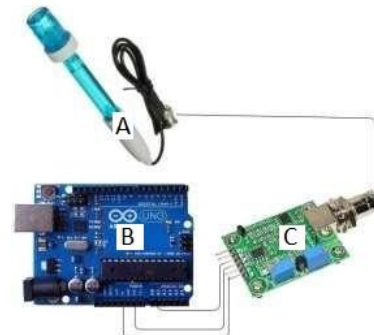
Gambar 3. Koneksi sensor suhu.

Keterangan:

- A. Sensor suhu DS18B20
- B. Board Arduino

2. Koneksi Sensor Ph ke Arduino

Sensor pH yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman pada air, dipasang dengan suplai daya langsung dari Arduino. Gambar koneksi sensor pH ditunjukkan pada Gambar 4.



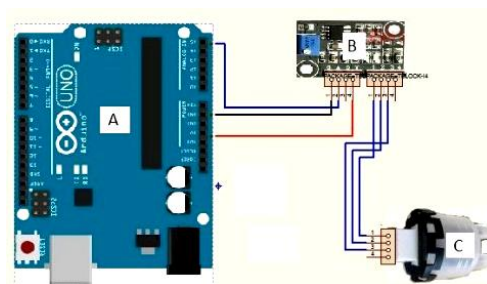
Gambar 4. Koneksi sensor pH.

Keterangan:

- A. Sensor pH (SKU: SEN0161)
- B. Board Arduino
- C. Driver sensor pH

3. Koneksi Sensor Kekeruhan ke Arduino

Sensor kekeruhan digunakan untuk mengukur seberapa besar tingkat kekeruhan pada air, dipasang dengan suplai daya langsung dari Arduino. Gambar koneksi sensor kekeruhan ke Arduino ditunjukkan pada Gambar 5.



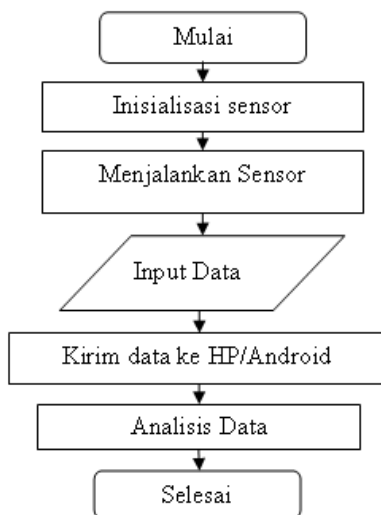
Gambar 5. Koneksi sensor kekeruhan pada Arduino [6].

Keterangan:

- A. Board Arduino
- B. Driver sensor kekeruhan
- C. Sensor kekeruhan

B. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Adapun perancangan perangkat lunak terdiri dari perancangan program sensor dan pembuatan akun Ubidots Education. Diagram blok sistem program sensor secara keseluruhan diperlihatkan pada Gambar 6.

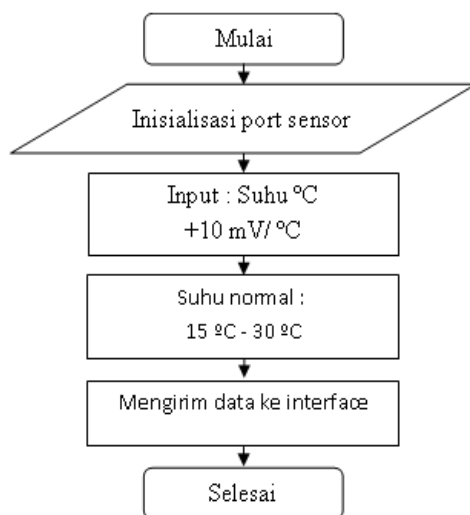


Gambar 6. Diagram alir keseluruhan perancangan perangkat lunak.

Sub sistem terdiri dari pemrograman sensor yang terkoneksi pada Arduino dan wifi. Perancangan perangkat lunak pada rancang bangun alat ini adalah sebagai berikut.

1. Sensor Suhu

Pada Gambar 7 ditampilkan *flowchart* perancangan perangkat lunak pada sensor suhu.



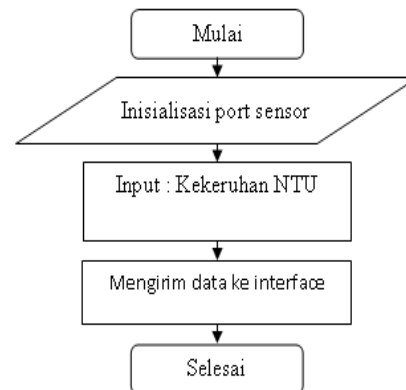
Gambar 7. Perancangan perangkat lunak pada sensor suhu.

Pada proses perancangan program pada sensor, dilakukan analisa port serial sensor kemudian dilakukan *input* data tegangan dengan perbandingan $+10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Pengambilan data dilakukan secara *real time* dengan suhu ideal 15°C sampai 30°C sehingga akan langsung ditampilkan

di LCD dan di kirim ke Ubidots untuk diampikan grafiknya di monitor komputer (laptop) [7].

2. Sensor Kekeruhan

Diagram alir perancangan perangkat lunak pada sensor kekeruhan yang ditunjukkan pada Gambar 8.

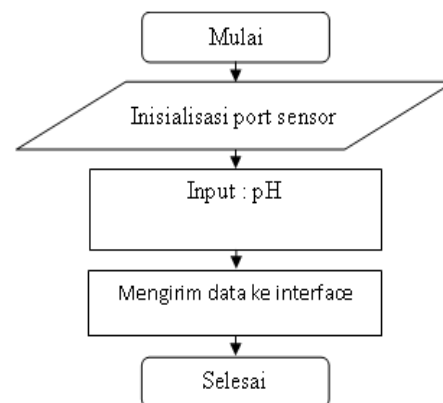


Gambar 8. Perancangan perangkat lunak pada sensor kekeruhan.

Pada proses perancangan program sensor, port serial sensor kekeruhan di analisa, kemudian diberi input data berupa tegangan. Pengambilan data dilakukan secara *real time* dan di kirim ke Ubidots untuk menampilkan grafiknya.

3. Sensor pH

Diagram alir perancangan perangkat lunak ditunjukkan pada Gambar 9.

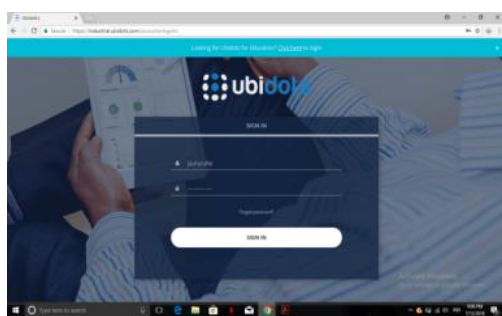


Gambar 9. Perancangan perangkat lunak pada sensor pH.

Pada proses perancangan program pada sensor pH, sensor pH di analisa port serial sensornya. Input data berupa tegangan. Pengambilan data dilakukan secara *real time* dan di kirim ke Ubidots untuk menampilkan grafiknya.

4. Akun Ubidots

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini menggunakan komunikasi Ubidots Education karena disesuaikan dengan komunikasi yang bekerja pada Arduino UNO. Pada proses perancangan *interface* hal yang dilakukan pertama adalah pembuatan akun Ubidots yang berfungsi sebagai tampilan keseluruhan dari ketiga sensor yang digunakan. Melalui Ubidots ini grafik masing-masing sensor ditampilkan dalam satu layar. Sedangkan proses pengkoneksian antara Ubidots dan Arduino dengan cara menyalin token yang ada di akun ke program sensornya [8]. Tampilan dari akun ditampilkan pada Gambar 10.



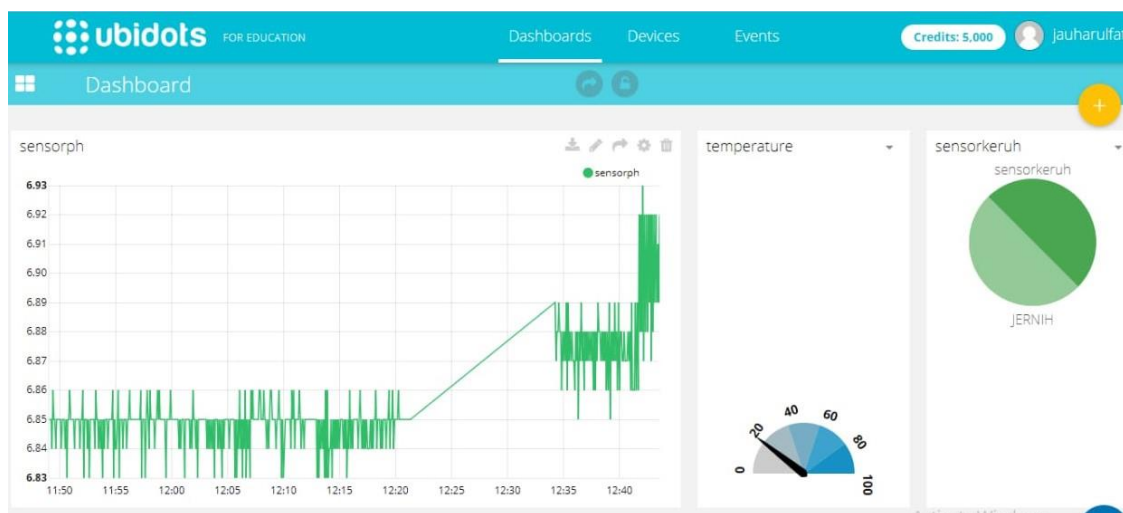
Gambar 10. Tampilan pembuatan akun *Ubidots*.

3. Hasil dan Pembahasan

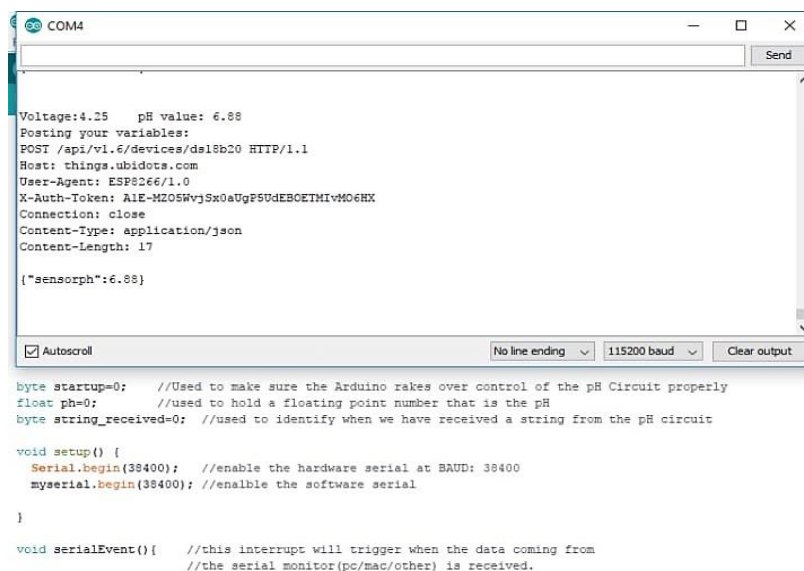
Pemantauan kualitas air pada sistem ini ditentukan melalui tiga parameter yaitu suhu, pH dan kekeruhan air. Untuk mengambil data suhu, pH dan kekeruhan air digunakan sensor suhu DS18N20, sensor pH (SKU: SEN0161) dan sensor

kekeruhan (SKU: SEN0189). Data analog dari sensor diubah ke data digital dan data dibaca oleh mikrokontroler. Hasil penelitian ini memanfaatkan sensor suhu, pH dan kekeruhan air sebagai pengukur kualitas air, penggunaan jaringan wifi sebagai media telemetri untuk mengirimkan data kualitas air ke kualitas air berupa suhu, pH dan kekeruhan dan penggunaan *platform* Ubidots sebagai media interface. Pada tahap awal, dilakukan pengujian kinerja dari masing-masing sensor yang terintegrasi dalam sistem pemantauan yang telah dibangun ini. Hasil pengujian kalibrasi awal menggunakan air aqua dalam suhu normal ditampilkan pada Gambar 11.

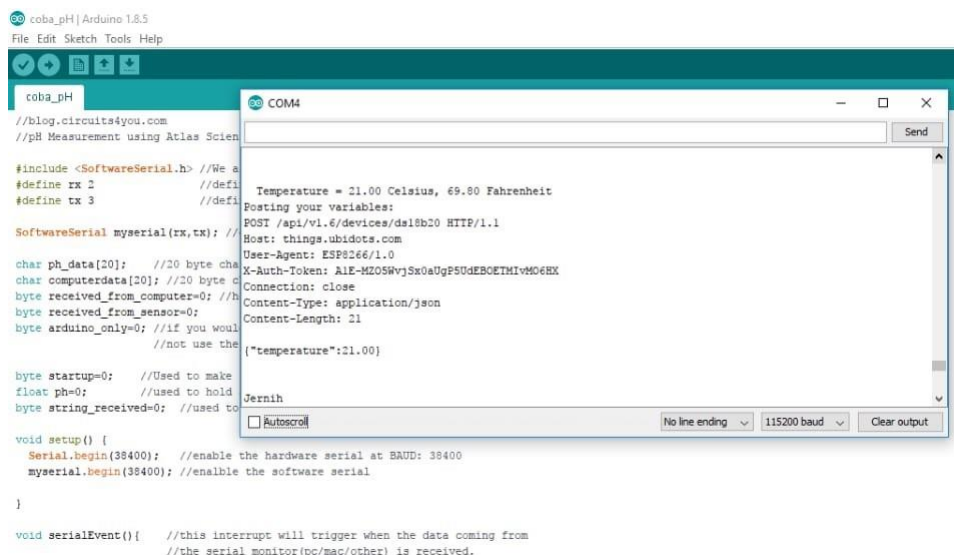
Untuk tampilannya sendiri, harus menggunakan akun Ubidots yang bisa didaftarkan secara gratis pada Ubidots Education. Tampilannya meliputi ketiga sensor yang digunakan, yaitu sensor pH dalam grafik, sensor temperatur seperti *speedometer* dan sensor kekeruhan dibagian pojok kanan atas. Proses kalibrasi ini menggunakan air aquades dalam kondisi dan suhu normal sehingga grafik tampilan pembacaan sistem seperti pada Gambar 11 menunjukkan ketiga parameter yang digunakan sistem. Sementara rincin program hasil kalibrasinya ditampilkan pada Gambar 12, 13, 14. Pada tampilannya, terekam bahwa nilai pH 6.88 saat dikalibrasi, kemudian nilai sensor temperatur sebesar 21°C dan nilai sensor kekeruhan sebesar 1 (jernih), artinya keadaan saat kalibrasi normal.



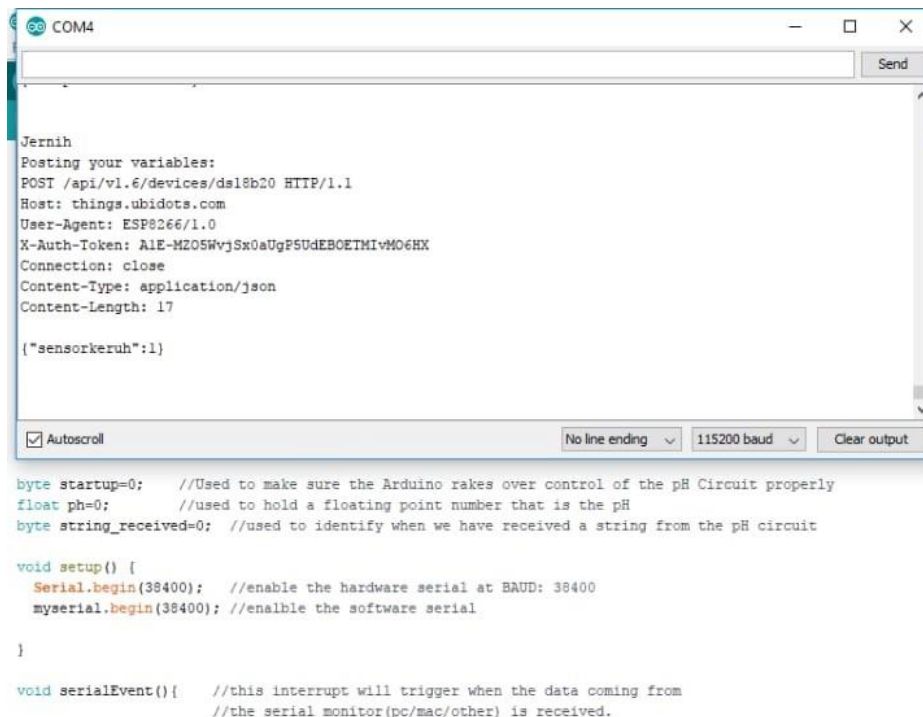
Gambar 11. Tampilan sistem menggunakan *interface* Ubidots saat dikalibrasi (sensor pH, temperatur dan kekeruhan).



Gambar 12. Display program untuk sensor pH saat dikalibrasi.



Gambar 13. Display program untuk pengujian sensor temperatur saat dikalibrasi.



Gambar 14. Display program untuk pengujian sensor kekeruhan saat dikalibrasi.

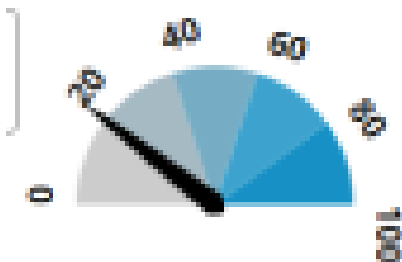
A. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan tiga tahap yaitu dengan mengukur tiga jenis larutan yang berbeda yang dimasukkan dalam wadah berupa gelas. Pada Tabel 2 dapat dilihat jenis larutan yang di ukur.

Tabel 2. Data pembacaan sensor suhu

Objek	Nilai (°C)
Air biasa	21
Larutan pasta gigi	21
Larutan kunyit	21

Tampilan hasil pengujian sensor suhu ditunjukkan oleh Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan data hasil pengukuran suhu air.

Output (keluaran) sensor dari pengukuran suhu dari air biasa, larutan pasta gigi dan larutan kunyit yang ditampilkan pada *interface* dari pengujian alat menggunakan air tersebut.

B. Pengujian Sensor pH

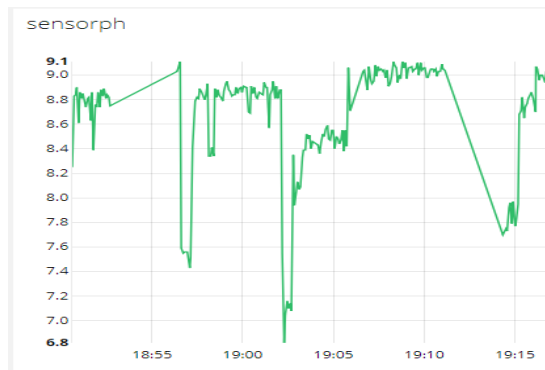
Pengujian sensor pH dilakukan tiga tahap yaitu dengan mengukur keasaman dari tiga jenis larutan yang berbeda yang dimasukkan dalam wadah berupa gelas. Pada Tabel 3 dapat dilihat jenis air yang di ukur.

Tabel 3. Data pembacaan sensor pH

Objek	Nilai pH
Air biasa	7.50
Air pasta gigi	9.00
Air kunyit	8.70

Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 16.

Output (keluaran) sensor yang akan ditampilkan pada *interface* dari pengujian alat menggunakan air tersebut dapat dilihat bahwa sensor mendeteksi pH yang berbeda dalam tiap waktu pengukuran dengan data pH tertinggi 9 yang melebihi ambang batas toleransi kehidupan ikan air tawar normal antara pH 4.5 sampai 8 (sesuai tabel 1). Pada saat sensor dimasukkan ke dalam



Gambar 16. Tampilan Data Hasil Sensor pH Air terhadap waktu.

air kunyit, sensor akan mendeteksi pH 8.70, standar pH air biasa adalah 7 yang dalam hal ini larutan kunyit mewakili air keruh. Sedangkan air pasta gigi mewakili kondisi air kolam dengan tingkat keasaman yang tinggi.

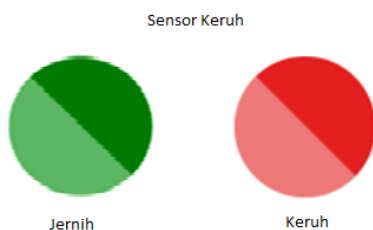
C. Pengujian Sensor Kekeruhan

Pengujian sensor kekeruhan dilakukan tiga tahap yaitu dengan mengukur tiga jenis larutan yang berbeda yang dimasukkan dalam wadah (gelas). Pada Tabel 4 dapat dilihat jenis larutan yang di ukur.

Tabel 4. Data pembacaan sensor kekeruhan

Objek	Nilai
Air Biasa	Jernih
Air Kunyit	Keruh
Air Pasta Gigi	Keruh

Adapun hasil pengujian sensor kekeruhan ditunjukkan oleh Gambar 17 berikut.



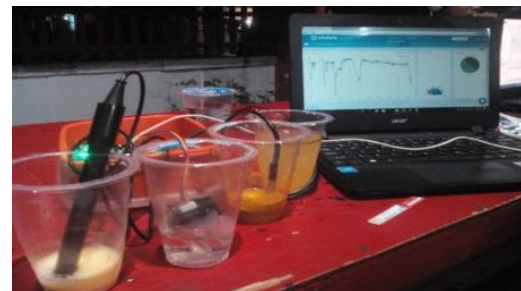
Gambar 17. Tampilan data hasil sensor kekeruhan air.

Output (keluaran) sensor yang akan ditampilkan pada Interface dari pengujian alat

menggunakan air dapat dilihat bahwa pada Gambar 17. Saat pengukuran pada air biasa sensor mendeteksi bahwa air dalam keadaan jernih. Saat sensor dipindahkan ke gelas yang berisi larutan kunyit, sensor mendeteksi bahwa air keruh karena adanya partikel yang tidak terlarut di air yang mengakibatkan adanya pembiasan cahaya. Untuk pengukuran pada larutan pasta gigi sensor mendeteksi bahwa air keruh menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik karena sensitivitas sensornya masih bisa membedakan tiap jenis larutan uji.

D. Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Proses pengujian sistem secara keseluruhan yang dibuat terdiri dari tiga sensor, sensor suhu, sensor pH, dan sensor kekeruhan yang dimasukkan kedalam wadah (gelas) berisi larutan seperti pada Gambar 18.



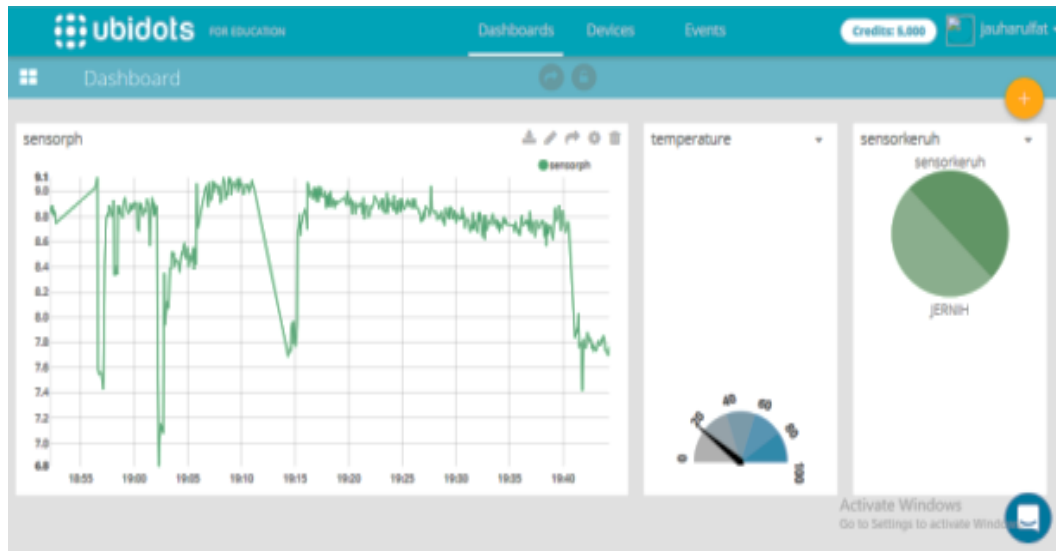
Gambar 18. Pengujian keseluruhan sensor.

Adapun hasil pengujian dari semua sensor ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian semua sensor

No	Objek	Suhu	pH	Kekeruhan
1	Air Biasa	21 °C	7,5	Jernih
2	Air Kunyit	21 °C	7,5	Keruh
3	Air Pasta Gigi	21 °C	9,0	Keruh

Dari Tabel 5, diperoleh data hasil pembacaan sensor dengan nilai yang sama dengan pengujian sensor secara individu. Hal ini menunjukkan kualitas pembacaan dari sistem keseluruhan cukup baik.



Gambar 19. Tampilan pembacaan sistem saat air jernih.



Gambar 20. Tampilan pembacaan sistem saat air keruh.

E. Hasil Pengujian Interface

Setelah perancangan sistem, selanjutnya dilakukan pengujian. Pada tahap ini, dilakukan uji coba terhadap sistem keseluruhan yang telah dibangun sehingga dapat diketahui performa sistem tersebut berjalan dengan baik atau tidak. Saat ketiga sensor melakukan pengukuran secara bersamaan, data yang dihasilkan akan ditampilkan pada layar monitor melalui akun Ubidot secara *real time* sesuai dengan perubahan jenis air yang diukur yaitu untuk sensor pH, sensor suhu (temperatur) dan sensor kekeruhan dalam satu monitor seperti terlihat pada Gambar 19 dan Gambar 20.

4. Kesimpulan

Prototype sistem pemantauan kualitas air kolam dapat bekerja secara baik dengan mengukur parameter seperti suhu, kekeruhan dan pH menggunakan Ubidots sebagai *interface* dengan *software* Arduino. Pembacaan sistem berupa data yang di kirim ke Ubidots dan berhasil ditampilkan secara grafik secara *real time*. Hasil pembacaan sistem berupa pH 7.0 untuk air, 8.7 untuk larutan kunyit dan 9.0 untuk larutan pasta gigi. Sistem berhasil memberikan pembacaan Sehingga pembacaan untuk sensor kekeruhan yaitu jernih untuk air biasa, keruh untuk larutan kunyit dan keruh untuk larutan pasta gigi. Sedangkan untuk

pembacaan suhu ketiga larutan memiliki suhu yang sama yakni 21 °C.

Secara keseluruhan sistem yang dibangun mampu mengukur dan menyimpan data hasil pengukuran kualitas air kolam ikan air tawar sehingga dapat dilakukan penanganan yang tepat apabila terjadi perubahan kualitas air secara signifikan. Oleh karena itu, alat ini dapat diimplementasikan di kolam-kolam ikan air tawar milik petani.

Daftar Pustaka

- [1] Wadu, R.A., Ada, Y.S., dan Panggalo, I.U., Rancang bangun sistem sirkulasi Air pada akuarium/bak ikan air tawar berdasarkan kekeruhan air secara otomatis, *Jurnal Ilmiah Flash*, **3**(1), pp 2-3, 2017.
- [2] Astria, F., Subito, M., dan Nugraha, D.W., Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway, *Metrik*, **1**(1), pp 48-50, 2014.
- [3] Bailey, D., *Practical Radio Engineering and Telemetry for Industri*, Elsevier, 2003.
- [4] Setiawan, D., Arduino UNO, <http://ilmuti.org> (diakses tanggal 2 Mei 2018).
- [5] Ohrtman, F., *Wi-Fi Handbook: Building 802.11b Wireless Networks*, McGraw-Hill, 2003.
- [6] Hidayatullah, M., Sistem kendali keran otomatis menggunakan sensor Passive InfraRed (PIR) berbasis mikrokontroler ATmega8535L untuk menghemat penggunaan air, *Jurnal Tambora Universitas Teknologi Sumbawa*, **1**(3), pp 34-35, 2016.
- [7] Karim, S., *Sensor dan Aktuator*, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan, 2013.
- [8] Warsito B.A., Ubidots, <http://sk.raharja.ac.id/ubidots> (diakses tanggal 2 Mei 2018).
- [9] Multazam E. A. dan Hasanuddin B. Z., Sistem monitoring kualitas air tambak udang vaname, *Jurnal IT*, **8** (2), pp 118- 125, 2017.
- [10] Lintang, E. dan Firdaus F., Sistem monitoring kualitas air pada kolam ikan berbasis wireless sensor network menggunakan komunikasi zigbee, *Prosiding SNATIF Ke-4*, 2017.
- [11] Dadin M, Yudi Y. M., Wijaya R. I., dan Rahardjo S., Jaringan sensor kualitas air berbasis TCP-IP untuk peringatan dini bencana pencemaran dan penyebaran racun yang mendadak dari dasar danau pada area kolam jaring apung, <https://www.researchgate.net>, (diakses tanggal 10 Mei 2018).
- [12] Agustiniingsih, D. E. dan Pramana, R., Perancangan perangkat monitoring kualitas air pada kolam budidaya berbasis web localhost, *Jurnal Sustainable*, **7**(1), pp 13-23, 2018.